

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-125174

(43)Date of publication of application : 28.04.2000

(51)Int.Cl. H04N 5/228
H04N 1/40

(21)Application number : 10-289269

(71)Applicant : FUJI PHOTO FILM CO LTD

(22)Date of filing : 12.10.1998

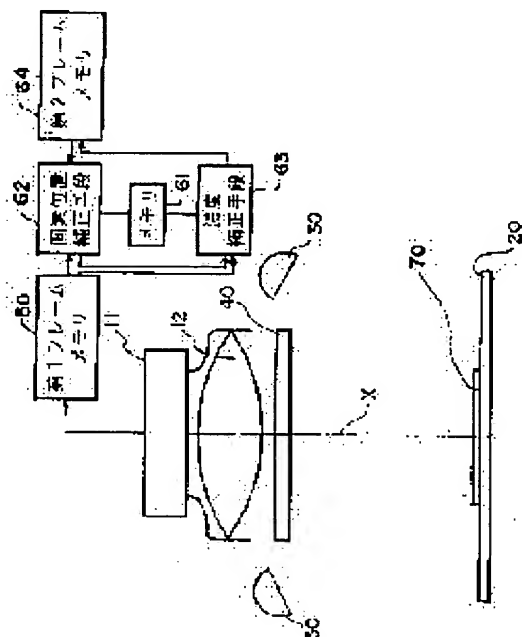
(72)Inventor : SOME MASATO
IGAMI MORIYUKI

(54) METHOD AND SYSTEM FOR CORRECTING DISTORTION IN IMAGE INFORMATION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance precision of position information and density information of an image obtained through a lens having distortion.

SOLUTION: A pixel position calculation means 62 obtains a pixel position before correction corresponding to a preset pixel position after the correction based on a distortion characteristic of a lens 12 stored in a memory 61 as to image information denoting a distribution of a fluorescent light emitted from a sample 70 and stored in a 1st frame memory 50 and a density correction means 63 calculates a received luminous quantity at the pixel position and corrects the calculated quantity with high precision.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 【発行国】 日本国特許庁 (JP)

(12) 【公報種別】 公開特許公報 (A)

(11) 【公開番号】 特開 2000-125174 (P2000-125174A)

(43) 【公開日】 平成 12 年 4 月 28 日 (2000. 4. 28)

(54) 【発明の名称】 画像情報における歪曲収差補正方法および装置

(51) 【国際特許分類第 7 版】

H04N 5/228

1/40

【FI】

H04N 5/228 Z

1/40 101 Z

【審査請求】 未請求

【請求項の数】 6

【出願形態】 OL

【全頁数】 8

(21) 【出願番号】 特願平 10-289269

(22) 【出願日】 平成 10 年 10 月 12 日 (1998. 10. 12)

(71) 【出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【住所又は居所】 神奈川県南足柄市中沼 210 番地

(72) 【発明者】

【氏名】 染 真人

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 798 番地 富士写真フイルム株式会社内

(72) 【発明者】

【氏名】 伊神 盛志

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 798 番地 富士写真フイルム株式会社内

(74) 【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史 (外1名)

【テーマコード (参考)】

5C022

5C077

【Fターム (参考)】

5C022 AB03 AB51 AC54 AC80

5C077 LL02 PP05 PP15 PP45 PP59 PQ22 SS03 TT09

(57) 【要約】

【課題】 歪曲収差を有するレンズを通して得られた画像の位置情報および濃度情報の精度を向上させる。

【解決手段】 第1フレームメモリ50に記憶された、試料70から発光した蛍光の分布を表す画像情報について、メモリ61に記憶されたレンズ12の歪曲収差特性に基づいて、画素位置算出手段62が、その補正後の予め設定された画素位置に対応する補正前の画素位置を求め、濃度補正手段63が、その画素位置における受光光量を算出するとともに、精度よく補正する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 レンズにより所定の像面上において形成された像の歪曲収差および前記歪曲収差の影響を受けた前記像の各部分の濃度を、前記像面上における前記レンズの光軸からの距離に対応する歪みを規定する歪曲収差特性に応じて、補正することを特徴とする画像情報における歪曲収差補正方法。

【請求項2】 前記歪曲収差特性を、前記像面上における前記レンズの光軸からの距離 r に対応する歪み率 $f(r)$

($= (r' - r) / r$; r' は前記距離 r が前記歪曲収差により変動した後の距離を表す) で表し、前記像面上における前記光軸を原点 $(0, 0)$ とし、前記補正後の前記像面上において所望とする像点 (x, y) に対応する前記距離 r を求め、前記補正後の像点に対応する、前記補正前の像面上における像点 (x', y') を、前記求められた距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ を用いて、下記式に基づいて求め、 $x' = x \{1 + f(r)\}$

$y' = y \{1 + f(r)\}$

前記求められた像点 (x', y') における濃度を、前記補正前の像点 (x', y') の近傍の1または2以上の像点 (u, v) の各濃度に基づいて求めることにより、前記補正後の像点 (x, y) における濃度を求めることを特徴とする請求項1記載の画像情報における歪曲収差補正方法。

【請求項3】 前記求められた補正後の像点 (x, y) の濃度 D' を、下記式に基づいて、さらに補正することにより、前記補正後の像点 (x, y) の濃度 D を求めることを特徴とする請求項2記載の画像情報における歪曲収差補正方法。

$$D = D' \times \{1 + f(r)\} \times \{1 + r \times f'(r) + f(r)\}$$

ただし、 $f'(r) = \Delta f(r) / \Delta r$ 【請求項4】 レンズにより所定の像面上において形成された像を読み取る画像読取手段と、前記像面上における前記レンズの光軸からの距離に対応する歪みを規定するレンズの歪曲収差特性を記憶した歪曲収差特性記憶手段と、前記歪みが無いとしたときの像面上における予め設定された位置に対応する、前記読み取られた像における位置を、前記歪曲収差特性に基づいて算出する位置算出手段と、前記歪曲収差特性に基づいて、前記歪みが無いとしたときの位置における濃度を算出する濃度補正手段とを備えたことを特徴とする画像情報における歪曲収差補正装置。

【請求項5】 前記歪曲収差特性記憶手段に記憶された前記歪曲収差特性が、前記像面上における前記レンズの光軸からの距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ ($= (r' - r) / r$; r' は前記距離 r が歪曲収差により変動した後の距離を表す) として記憶されたものであり、前記位置補正手段が、前記像面上における前記光軸を原点 $(0, 0)$ とし、前記補正後の前記像面上において所望とする像点 (x, y) に対応する前記距離 r を求め、前記求められた距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ を用いて、前記補正後の像点に対応する、前記補正前の像面上における像点 (x', y') を下記式に基づいて算出するものであり、 $x' = x \{1 + f(r)\}$

$$y' = y \{1 + f(r)\}$$

前記濃度補正手段が、前記位置補正手段により求められた像点 (x', y') における濃度を、前記補正前の像点 (x', y') の近傍の1または2以上の像点 $(u,$

$v)$ の各濃度に基づいて算出するものであることを特徴とする請求項4記載の画像情報における歪曲収差補正方法。

【請求項6】 前記濃度補正手段が、前記求められた補正後の像点 (x, y) の濃度 D' を、下記式に基づいて、さらに補正するものであることを特徴とする請求項5記載の画像情報における歪曲収差補正方法。

$$D = D' \times \{1 + f(r)\} \times \{1 + r \times f'(r) + f(r)\}$$

ただし、 $f'(r) = \Delta f(r) / \Delta r$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は画像情報における歪曲収差補正方法および装置に関し、詳細には、レンズの歪曲収差特性を用いて、取得された像の情報（位置情報、濃度情報）における歪曲収差を補正するものである。

【0002】

【従来の技術】 レンズが有する一般的な収差として、球面収差、コマ収差、非点収差、像面湾曲、ディストーション（歪曲収差）等が知られており、物体の像を観察する上で障害となるこれらの収差は、光学系を工夫することにより所望の範囲内に抑制されるのが一般的である。

【0003】 しかし、これらの収差は互いに連関しているため、いずれか一種の収差を抑制すれば、他のいずれかの収差が増大するという関係もあり、全ての収差を完全に除去することは不可能である。このため、そのレンズが使用される装置の特性に応じて、いくつかの収差を重点的に抑制したり、各収差を全体的にバランスよく抑制することが行われている。

【0004】 ところで近年、画像をデジタル化することが盛んに行われており、CCD等の光電読取素子を用いて、レンズで結像された像を直接デジタル化するもの（デジタルスチルカメラ等）や、一旦フィルム等に記録されたアナログ画像をスキャナ等で読み取ってデジタル化するものなどが普及している。このように画像をデジタル化して処理する場合は、像を形成する段階で収差を厳密に抑制する必要は必ずしもなく、特に、歪曲収差は、デジタル化して得られた像（画像情報）に対して信号処理

することによっても、比較的容易に抑制することができる。

【0005】そしてこのような歪曲収差の爾後的な補正は、アフィン変換を用いた処理が一般的であった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしアフィン変換は、画像を複数の多角形に分け、それらの対応点を基にして各多角形を変形するものであるため、レンズの歪曲収差のように、光軸を中心とする同心円状に均一な影響を及ぼす歪みを補正するのは、非常に手間が掛かり実用的ではなく、高精度の補正像を得るのは困難であるという問題がある。

【0007】また、物体の像の濃度に基づいて画像定量を行う場合、像の各部分の濃度が歪曲収差の影響を受けて変動するため、精度のよい定量を行うことができないという問題もある。

【0008】本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、歪曲収差を有するレンズを通して得られた画像の位置情報および濃度情報の精度を向上させることを可能にした、画像情報における歪曲収差補正方法および装置を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の画像情報における歪曲収差の補正方法は、得られた画像情報の、位置情報および濃度情報（濃度情報、輝度情報、光量情報、その他各種の信号値を含む）に対して、レンズの歪曲収差特性に応じた補正、つまりこの歪曲収差特性を解消させる補正を行うものである。

【0010】すなわち本発明の画像情報における歪曲収差補正方法は、レンズにより所定の像面上において形成された像の歪曲収差および前記歪曲収差の影響を受けた前記像の各部分の濃度を、前記像面上における前記レンズの光軸からの距離に対応する歪みを規定する歪曲収差特性に応じて、補正することを特徴とするものである。

【0011】レンズの歪曲収差特性は通常、その像面上において図2に示すように規定される。すなわち、像面上において、歪曲収差がないとしたときの像高（横軸）とその像高に対応する歪曲収差による歪み（縦軸）を表した

ものとして示され、特に、横軸の像高は正規化し、縦軸は歪みを歪み率で表すのが一般的である。

【0012】したがって、実際に像面上において形成された像（歪曲収差の影響を受けた像）の位置情報を、この歪曲収差特性に基づいて、歪曲収差がないとしたときの位置情報に補正することができる。

【0013】ところで、所定の像面（歪曲収差の影響を受けて形成された像面）において形成された像を、上記歪曲収差特性に基づいて補正する場合、補正された画像を、フレームメモリや液晶表示装置等の、予め画素位置が設定された媒体に、画素の値（濃度値、輝度値等）を出力させる必要がある場合には、補正後の位置情報が、必ずしも設定された画素位置に正確に一致しないこともある。このため本発明の歪曲収差補正方法および装置においては、補正後の位置情報を出発点として補正前の位置情報、濃度を補正するものである。

【0014】すなわち例えば、歪曲収差特性を、前記像面上における前記レンズの光軸からの距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ ($= (r' - r) / r$; r' は前記距離 r が前記歪曲収差により変動した後の距離を表す。以下同じ。) で表し、前記像面上における前記光軸を原点 $(0, 0)$ とし、前記補正後の前記像面上において所望とする像点 (x, y) (x, y は例えば整数値) に対応する前記距離 r を求め、前記補正後の像点に対応する、前記補正前の像面上における像点 (x', y') を、前記求められた距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ を用いて、下記式に基づいて求め、 $x' = x \{1 + f(r)\}$ (1)

$$y' = y \{1 + f(r)\} \quad (2)$$

前記求められた像点 (x', y') における濃度を、前記補正前の像点 (x', y') (x', y' は必ずしも整数値とは限らない) の近傍の1または2以上の像点 (u, v) (u, v は例えば整数値) の各濃度に基づいて、最近傍点法や補間演算等により求めることにより、前記補正後の像点 (x, y) における濃度を求めればよい。なお、距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ は、歪曲収差特性に基づいて、予め距離 r と歪み率 $f(r)$ とが対応付けられたルックアップテーブルを参照して求め、あるいは、歪曲収差特性を距離 r と歪み率 $f(r)$ とが予め関数式として設定されている場合は、この関数式にしたがって演算により求めればよい。

【0015】一方、歪曲収差によって生じた像の濃度情報の変動をさらに精度よく補正する方法について説明する。

【0016】上述したようにレンズの歪曲収差特性は図2に示すように規定されるが、歪曲収差により位置情報が変動することに伴って、歪曲収差がないとしたときの所定の位置にある微小領域の面積も変動する。そしてこの濃度の変動は、位置情報に依存すなわち歪曲収差特性に依存する。

【0017】したがって、実際に像面上において形成された像（歪曲収差の影響を受けた像）の濃度情報を、この歪曲収差特性に基づいて、歪曲収差がないとしたときの濃度情報に補正することができる。

【0018】例えば上記補正処理により求められた補正後の像点 (x, y) の濃度 D' を、下記式に基づいて、さらに補正することにより、前記補正後の像点 (x, y) の濃度 D を求めることができる。

【0019】

$$D = D' \times \{1 + f(r)\} \times \{1 + r \times f'(r) + f(r)\} \quad (3)$$

ただし、 $f'(r) = \Delta f(r) / \Delta r$ 本発明の画像情報における歪曲収差の補正装置は、上記本発明の画像情報における歪曲収差の補正方法を実施する装置であって、レンズにより所定の像面上において形成された像を読み取る画像読取手段と、前記像面上における前記レンズの光軸からの距離に対応する歪みを規定するレンズの歪曲収差特性を記憶した歪曲収差特性記憶手段と、前記歪みが無いとしたときの像面上における予め設定された位置に対応する、前記読み取られた像における位置を、前記歪曲収差特性に基づいて算出する位置算出手段と、前記歪曲収差特性に基づいて、前記歪みが無いとしたときの位置における濃度を算出する濃度算出手段とを備えたことを特徴とするものである。

【0020】ここで具体的には例えば、歪曲収差特性記憶手段に記憶された前記歪曲収差特性としては、前記像面上における前記レンズの光軸からの距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ ($= (r' - r) / r$) を、位置算出手段として、前記像面上における前記光軸を原点 $(0, 0)$ とし、前記補正後の前記像面（歪みが無いとしたときの

像面）上において所望とする像点 (x, y) (x, y は例えば整数)に対応する前記距離 r を求め、前記求められた距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ を用いて、前記補正後の像点に対応する、前記補正前の像面上における像点 (x', y') を上記式(1)、(2)に基づいて求めるものを、濃度算出手段として、前記位置算出手段により求められた像点 (x', y') における濃度を、前記補正前の像点 (x', y') の近傍の1または2以上の像点 (u, v) (u, v は例えば整数)の各濃度に基づいて求めるものを、それぞれ適用すればよい。

【0021】さらに濃度算出手段が、前記求められた補正後の像点 (x, y) の濃度 D' を、上記式(3)に基づいて、さらに補正するものとして、より精度の高い濃度値を算出することもできる。

【0022】なお、本発明の画像情報における歪曲収差補正方法、歪曲収差補正装置は、生化学・分子生物学分野において、マイクロタイタープレートやマイクロアレイチップ(DNAチップ)上に滴下または塗布された試料から発光する化学発光や蛍光等の光を、レンズにより、像面であるCCD等の画像読取手段の受光面に結像せしめて、試料からの発光光を画像定量する方法や装置に適用することができ、特にこれらの微弱な光の発光位置や光量を精度良く定量するのに適している。

【0023】ただし、本発明の各歪曲収差補正方法および装置はこのような用途に限定されるものではなく、一般のカメラのように銀塩フィルム等で撮影された画像を、デジタル化して読み取った画像において適用するものであってもよい。

【0024】

【発明の効果】本発明の画像情報における歪曲収差の補正方法および装置によれば、得られた画像情報の、位置情報および濃度情報に対して、レンズの歪曲収差特性に応じた補正を行うため、簡単に位置情報と濃度情報を精度よく補正することができ、これにより、補正後の画像情報に基づいて、従来よりも精度の高い定量を行うことができる。また従来よりも歪曲収差の大きいレンズを用いたときも、従来と同レベルの精度を確保することができるため、この場合は、より安価なレンズを用いることができる。

【0025】なお、位置情報の補正として式(1)、(2)

にしたがった補正、および濃度情報のさらなる補正として式(3)にしたがった補正の作用について、以下に詳説する。

【0026】まず図3に示すように、歪曲収差を有するレンズにより、正方格子の物体の像が像面上において、図示のように歪曲した像として結像している場合について説明する。このレンズの歪曲収差特性は例えば図2に示すように、像面上におけるレンズの光軸からの距離 r に対応する歪み率 $f(r)$ ($= (r' - r) / r$) で表される。

【0027】ここで像面上において歪曲収差を有しない理想像(補正後の像)については図4(1)、上述した歪曲収差を有する像については同図(2)に示すものとし、像面上の(レンズの)光軸Cを原点(0, 0)とすると、補正後の像面(xy座標系)において原点Cからの距離 r ($r = (x^2 + y^2)^{1/2}$) の像点A(x, y) (図4(1)参照、x, yは予め設定された値)は、歪曲収差特性により、原点Cからの距離 r' の像点A'(x', y') (図4(2)参照; uv座標系)となる。

【0028】ここで、像点AとA'との関係は、 $x' = x \{1 + f(r)\}$ (1)

$y' = y \{1 + f(r)\}$ (2)

である。

【0029】求められた(x', y')は、補正前の像面(uv座標系)上において予め設定された画素に一致するとは限らないため、当該座標のデータ(濃度値等)が存在しないことが考えられる。そこで、この補正前の像面上において予め設定されている周囲(例えば4つ)の画素(u, v)のデータに基づいて、像点(x', y')のデータを算出すればよく、算出されたデータは補正後の像面における像点(x, y)のデータとなる。

【0030】以下、補正後の像面上において設定された各点について同様に補正処理することにより、補正後の各位置におけるデータを簡単に取得することができる。

【0031】次に、歪曲収差によって生じた像の濃度情報のさらなる補正について説明する。

【0032】図4(1)に示した歪曲収差を有しない理想像において、原点Cからの正規化された距離 r の像点

の位置における微小領域の面積を S (図5(1)参照)は、図4(2)に示した歪曲収差を有する像において、原点Cからの正規化された距離 r' の像点の位置における微小領域の面積 S' (図5(2)参照)に対応する。

【0033】ここで、微小面積 S の領域の濃度値を D とすると、微小面積 S' の領域の濃度値 D' は、 $D \times S = D' \times S'$ より、 $D = D' \times S' / S$ (4)

により求めることができる。

【0034】図5(1)より、 $r_1 = r - \Delta r / 2$ (5)

$r_2 = r + \Delta r / 2$ (6)

と置けば、微小面積 S は、中心角がともに $\Delta \theta$ で、半径が r_2 の扇形領域と r_1 の扇形領域の差であるから、 $S = (r_2^2 - r_1^2) \times \Delta \theta / 2$ (7)

となり、同様に微小面積 S' は、中心角がともに $\Delta \theta$ で、半径が r_2' の扇形領域と r_1' の扇形領域の差であるから、 $S' = (r_2'^2 - r_1'^2) \times \Delta \theta / 2$ (8)

となる。

【0035】ここで、歪曲収差特性より、 $r_1' = r_1 \{1 + f(r_1)\}$ (1')

$r_2' = r_2 \{1 + f(r_2)\}$ (2')

となり、両面積比 S' / S は、 $S' / S = \{ (r_1' + r_2') \times (r_2' - r_1') \}$

$/ \{ (r_1 + r_2) \times (r_2 - r_1) \}$ (9)

により求めることができる。

【0036】また式(5)、(6)より、 $r_1 + r_2 = 2r$ (10)

$r_2 - r_1 = \Delta r$ (11)

であり、(1')、(2')より $r_1' + r_2' = 2r + r \{ f(r_1) + f(r_2) \} + \{ f(r_2) - f(r_1) \} \Delta r / 2$
 $r_2' - r_1' = \Delta r + r \{ f(r_2) - f(r_1) \} + \{ f(r_1) + f(r_2) \} \Delta r / 2$
 であるから、式(9)は、 $S' / S = [1 + \{ f(r_1) + f(r_2) \} / 2 + \{ f(r_2) - f(r_1) \} \Delta r / (4r)]$

$$\times [1 + r \{f(r_2) - f(r_1)\} / \Delta r + \{f(r_1) + f(r_2)\} / 2] \quad (9')$$

となる。

【0037】ここで、 $\Delta r \rightarrow 0$ のとき、 $f(r_1) + f(r_2) \rightarrow 2f(r)$

$\{f(r_2) - f(r_1)\} / \Delta r \rightarrow f'(r)$ すなわち $\Delta f(r) / \Delta r$ であるから、これを式(9')に代入して、 $S' / S = \{1 + f(r)\} \times \{1 + r \times f'(r) + f(r)\} \quad (9'')$

と整理される。

【0038】ただし、 $f(r) = (r' - r) / r f'(r) = \Delta f(r) / \Delta r$ である。

【0039】式(9'')を式(4)に代入して、整理し、 $D = D' \times \{1 + f(r)\} \times \{1 + r \times f'(r) + f(r)\} \quad (3)$

となる。

【0040】よって、上記位置情報の補正によって得られた濃度情報D'を、より精度の高い濃度情報Dに補正することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の、画像情報における歪曲収差補正方法の具体的な実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0042】図1は、本発明の画像情報における歪曲収差補正方法を実施する歪曲収差補正装置の一実施形態を包含する画像情報読取装置の概略構成を示す図、図2は図1に示した画像情報読取装置に用いられる集光レンズの歪曲収差特性を表すグラフである。

【0043】図示の画像情報読取装置100は、所定の励起光を受けて蛍光を発する蛍光色素で標識された生物由来物質が分布する試料70を載置する試料台20と、この試料台20上に載置された試料70に、上記蛍光色素を励起せしめる励起光を照射する励起光源30と、試料70から発せられた蛍光と励起光の散乱光とのうち励起光をカットして蛍光のみを透過せしめる励起光カットフィルタ40と、励起光カットフィルタ40を透過した蛍光を集光するレン

ズ12と、このレンズ12の結像面上に受光面を有する、固体撮像素子が2次元状に配列されてなる冷却CCD11と、CCD11の各固体撮像素子により光電的に読み取られた蛍光の分布信号を、各固体撮像素子に対応する画素ごとに1フレームの画像情報として記憶する第1のフレームメモリ50と、CCD11受光面におけるレンズ12の歪曲収差特性(図2参照)を記憶したメモリ61と、レンズ12の歪曲収差が補正された後の画像情報が記憶される第2のフレームメモリ64と、前記第2フレームメモリの画素位置(アドレス)に対応する、前記第1フレームメモリの画素位置(x' , y')を、メモリ61に記憶されている歪曲収差特性および下記式(1)、(2)に基づいて算出する画素位置算出手段62と、画素位置算出手段62により算出された画素位置(x' , y')における蛍光の信号D'を、第1フレームメモリ上において、算出された画素位置(x' , y')の近傍4点の画素(u_1 , v_1), (u_2 , v_2), (u_3 , v_3), (u_4 , v_4)にそれぞれ記憶されている蛍光信号値D1', D2', D3', D4'に基づいて補間演算により算出するとともに、この求められた信号値D'をさらに下記式(3)に基づいて補正し、補正後の信号値Dを算出する濃度算出手段63とを備えた構成である。

【0044】

$$x' = x \{1 + f(r)\} \quad (1)$$

$$y' = y \{1 + f(r)\} \quad (2)$$

$$D = D' \times \{1 + f(r)\} \times \{1 + r \times f'(r) + f(r)\} \quad (3)$$

(ただし、 $f'(r) = \Delta f(r) / \Delta r$)

ここで、メモリ61に記憶されている歪曲収差特性は、CCD11の受光面上において、レンズ12の光軸と交差する点からの正規化した距離 r ($r = (x^2 + y^2)^{1/2}$; $0 \leq r \leq 1$)に対応する歪み率 $f(r)$ ($= (r' - r) / r$)で表されたものである。

【0045】また、CCD11の受光面上における uv 座標系は、レンズ12の光軸と交差する点を原点(0, 0)とし、 r' は補正前の原点からの正規化した距離、 r は補正後の原点からの正規化した距離、 $f'(r)$ は $f(r)$ の r による微分値を意味する。

【0046】なお、本実施形態においては、レンズ12の

光軸と交差する点を原点 (0, 0) としたが、このような態様に限るものではなく、レンズ12の光軸と交差する点を (x0, y0) と一般化した態様とし、式 (1) に代えて下記式 (1'')、式 (2) に代えて下記式 (2'')、および下記式で定義される r を適用してもよい。面積 S、S' 等の他の要素についても同様である。

【0047】

$$x = (x' - x_0) / \{1 + f(r)\} + x_0 \quad (1'')$$

$$y = (y' - y_0) / \{1 + f(r)\} + y_0 \quad (2'')$$

$r = \{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2\}^{1/2}$ 次に本実施形態の画像情報読取装置 100 の作用について説明する。

【0048】まず光源30から、試料台20上に載置された試料70に励起光が照射され、この励起光の照射により、試料70中に分布する生体由来物質のうち、蛍光色素で標識された特定の生体由来物質は、その蛍光色素により蛍光を発する。またこの試料70からは、照射された励起光の散乱光も発せられる。これらの発光した蛍光や励起光の散乱光は励起光カットフィルタ40に達し、励起光の散乱光はこのフィルタ40でカットされ、蛍光だけが通過する。

【0049】励起光カットフィルタ40を通過した蛍光は、レンズ12により、試料70上における蛍光の分布の像として、CCD11の受光面 (uv 座標系) 上に結像させる。このとき CCD11 の受光面上で結像された像の各部分の位置座標 (u, v) は、レンズ12が有する歪曲収差特性により、歪曲収差が無いとした場合に結像されるべき位置座標に対して、レンズ12の歪曲収差特性に応じた位置ずれしたものとなる。さらに、この歪曲収差特性により位置ずれした各部分に対応する微小領域の面積も変動したものとなるため、受光する蛍光の光量が同一であってもその受光面積 S が変化しているため、単位面積当たりの受光光量は、歪曲収差が無いとした場合におけるものとは異なったものとなる。

【0050】このようにレンズ12が有する歪曲収差の影響により、CCD11の受光面上においてその位置情報および光量が変動して結像された蛍光の分布画像は、CCD11を構成する各固体撮像素子により、蛍光の分布画像を表す画像情報に光電変換されて、各固体撮像素子に対応して画素 (u, v) が設定された第1フレームメモリ

50に記憶される。なお前述したように、CCD11の受光面上においてレンズ12の光軸 X に対応する画素を原点 C (0, 0) とする。

【0051】次に、画素位置算出手段62は、歪曲収差補正後の画像情報が記憶される第2のフレームメモリ64の各画素位置 (x, y) に対応する、第1のフレームメモリ50上における各画素位置 (x', y') を、メモリ61に記憶されているレンズ12の歪曲収差特性に基づいて、上記式 (1)、(2) にしたがって算出する。

【0052】ここで算出された画素位置 (x', y') は、必ずしも第1のフレームメモリ50上のいずれかの画素位置に一致するものではないため、濃度算出手段63が、画素位置 (x', y') に対応すべき信号値 D' を、この画素を取り囲む、第1のフレームメモリ50上における近傍4点の画素 (u1, v1), (u2, v2), (u3, v3), (u4, v4) にそれぞれ記憶されている蛍光信号値 D1', D2', D3', D4' に基づいて、補間演算により算出する。

【0053】さらに濃度算出手段63は、この求められた信号値 D' を上記式 (3) に基づいて補正し、補正後の信号値 D を算出する。

【0054】このようにして歪曲収差が補正された、第2フレームメモリ64の画素位置 (x, y) に対応した信号値 D が、第2フレームメモリ64に入力されて記憶される。

【0055】以上説明したように、本実施形態の画像情報読取装置によれば、得られた画像情報の、画素位置および受光光量情報に対して、レンズ12の歪曲収差特性に応じた補正を行うため、簡単に画素位置と受光光量情報を精度よく補正することができ、これにより、第2フレームメモリ64に記憶された補正後の画像情報に基づいて、従来よりも精度の高い定量を行うことができる。

【0056】なお本実施形態においては、濃度算出手段が、第1フレームメモリ上における4点の画素の蛍光信号値 D1', D2', D3', D4' に基づいて補間演算により画素位置 (x', y') の信号値 D' を算出するとともに、この求められた信号値 D' をさらに式 (3) にしたがって信号値 D に補正するものであるが、本発明の歪曲収差補正方法および装置はこのような態様のものに限るものではなく、例えば式 (3) にしたがった信号

値 D' の補正を行わないものであってもよい。

【図1】

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の、画像情報における歪曲収差補正方法を実施する歪曲収差補正装置の一実施形態を包含する画像情報読取装置を示す図

【図2】図1に示した画像情報読取装置に用いられる集光レンズの歪曲収差特性を表すグラフ

【図3】歪曲収差を有するレンズにより、正方格子の物体の像が歪曲した像として像面上に結像している様子を示す図

【図4】(1)は歪曲収差を有しない理想像について、(2)は歪曲収差を有する像についての、像面上の対応する画素位置を表す図

【図5】(1)は歪曲収差を有しない理想像について、(2)は歪曲収差を有する像についての、像面上の対応する微小領域を表す図

【符号の説明】

11 冷却CCD

12 レンズ

20 試料台

30 励起光源

40 励起光カットフィルタ

50 第1フレームメモリ

61 メモリ

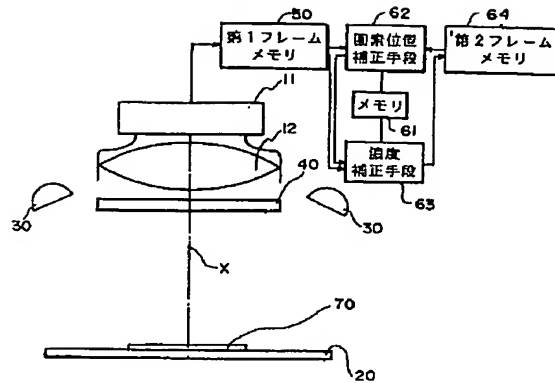
62 画素位置算出手段

63 濃度算出手段

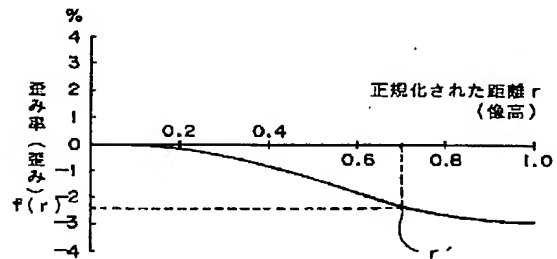
64 第2フレームメモリ

70 試料

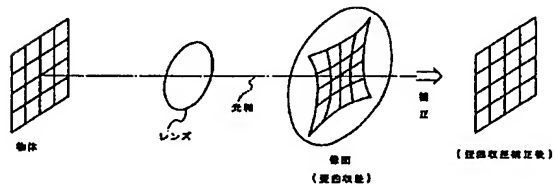
100 画像情報読取装置



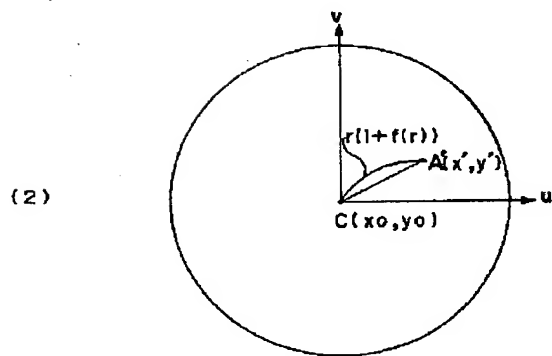
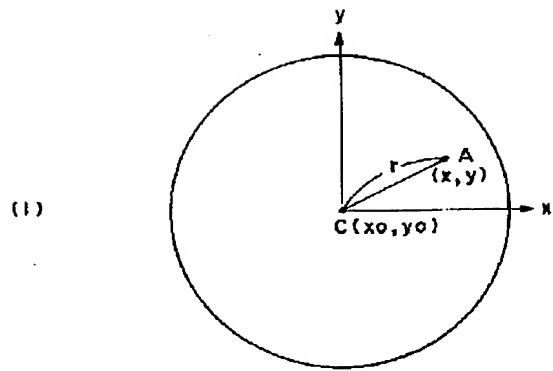
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

